

El calostro en la búfala de agua: aspectos inmunológicos, nutricionales y fisicoquímicos

Fabio Napolitano,¹ Daniel Mota Rojas,^{2*} Ada Braghieri,¹ Isabel Guerrero Legarreta,³ Rosy G. Cruz Monterrosa,⁴ Nancy José Pérez,² Adolfo Álvarez Macías,^{2*} Adriana Domínguez Oliva,² Daniela Rodríguez González,² Karina Lezama García² y Giuseppe de Rosa⁵

Resumen: El calostro constituye el primer alimento consumido por mamíferos recién nacidos como los búfalos de agua. Los componentes nutricionales del calostro permiten usarlo como fuente de energía para producir calor y como mecanismo para compensar la inmunidad pasiva de las crías recién nacidas. Además, es una fuente de proteínas, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas y minerales que coadyuvan en mantener el buen estado de salud y promueven la vitalidad de los neonatos en sus primeras horas de vida. No obstante, la calidad del calostro de las búfalas de agua puede diferir dependiendo de la raza, alimentación, estado nutricional de la hembra y los días transcurridos en el posparto. Por ello, se planteó este artículo con el objetivo de discutir el proceso fisiológico por el cual se produce el calostro en búfalas de agua, así como describir sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y su transición a leche, analizando los factores que inciden en su calidad y que podrían beneficiar o afectar la calidad inmunológica y nutricional de este denso líquido.

Palabras clave: *Bubalus bubalis*, Inmunoglobulinas, IgG, IgM.

Abstract: Colostrum is the first food consumed by newborn mammals such as water buffalo. The nutritional components of colostrum are a source of energy to produce heat and is a mechanism to compensate for the passive immunity of newborn calves. In addition, it is a source of proteins,

¹ Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi della Basilicata, 85100 Potenza, Italy.

² Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, CDMX.

³ Departamento de Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CDMX.

⁴ Departamento de Ciencias de la Alimentación. Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma, México.

⁵ Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici, Naples, Italy.

* Autores de correspondencia: dmota@correo.xoc.uam.mx y aalvarez@correo.xoc.uam.mx

fatty acids, carbohydrates, vitamins and minerals that help maintain good health and promote the vitality of neonates in their first hours of life. However, the quality of colostrum from water buffaloes differs according to breed, feed, nutritional status of the female and the number of days postpartum. Therefore, the objective of this article is to discuss the physiological process of colostrum production in water buffaloes, as well as to describe its physicochemical and nutritional properties and its transition to milk, analyzing the factors that affect its quality and that could benefit or affect the immunological and nutritional quality of this dense liquid.

Keywords: *Bubalus bubalis, Immunoglobulins, IgG, IgM.*

INTRODUCCIÓN

El consumo de calostro después del nacimiento de las crías es una acción fundamental para los rumiantes, ya que significa la fuente inicial de inmunidad adquirida para los recién nacidos (Stelwagen *et al.*, 2009). La baja calidad, mal manejo y una pobre higiene del calostro pueden acrecentar la susceptibilidad de los recién nacidos a enfermedades o, incluso, elevar los porcentajes de mortalidad (Barry *et al.*, 2019). Esto debido a que alrededor de 10 a 20% de las granjas bufalinas tienden a presentar mortalidad de becerros desde el nacimiento al destete; la evaluación de la cantidad de inmunoglobulinas (Ig), particularmente IgG, en calostro y suero es relevante para valorar la eficiencia de la transferencia de la inmunidad pasiva y, con ello, disminuir la predisposición a enfermedades infecciosas o la tasa de morbilidad y mortalidad (Svensson *et al.*, 2006; Masucci *et al.*, 2011; Giammarco *et al.*, 2021).

Más ampliamente, durante el periodo posnatal el manejo alimenticio de las crías, teniendo como eje el consumo de calostro, favorece la salud y reduce la mortalidad de becerros en los primeros días de vida (Dang *et al.*, 2009; Mastellone *et al.*, 2011; Hammon *et al.*, 2020). Por ello, el calostro ha sido considerado como oro líquido gracias a que es una fuente de energía para producir calor (Campion *et al.*, 2019), debido a su alto contenido en ácidos grasos, proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales, compuestos inmunológicos, factores antimicrobianos o de crecimiento, hormonas y enzimas (Coroian *et al.*, 2013), los cuales influyen en el metabolismo, sistemas endocrinos, estado nutricional y estimulación de los neonatos, así como en el desarrollo y función del tracto gastrointestinal (McGrath *et al.*, 2016). No obstante lo anterior, la calidad inmunológica y cantidad eyectada de calostro también dependen de características maternas, como el número de parto, alimentación,

estado de salud de glándula mamaria y raza, entre otros factores (Georgiev, 2005; Abd El-Fattah *et al.*, 2012).

Con este marco, el presente artículo se planteó con el objetivo de recopilar, analizar y discutir información científica de reciente publicación sobre el proceso fisiológico por medio del cual se obtiene el calostro, así como describir sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y su transición a leche, analizando los factores que inciden en su calidad y que podrían beneficiar o limitar el rol inmunológico y nutricional del calostro en búfalas de agua.

Fisiología del secuestro de calostro

Existe consenso en que el consumo de calostro es vital dentro de los primeros cinco a siete días posteriores al nacimiento para el adecuado desarrollo del recién nacido (Abd El-Fattah *et al.*, 2012). Dicho desarrollo depende del nivel de inmunoglobulinas calostrales presentes y la capacidad de absorción para llevar a cabo la transferencia de inmunidad pasiva, la cual es indispensable para la supervivencia, rendimiento y bienestar de las crías (McGee y Earley, 2019). En este sentido, en un estudio realizado por Mellor y Murray (1986) se detectó que los corderos deben consumir entre 180 y 210 mL/kg de calostro en las primeras 18h de vida, con relación a su peso vivo. En el caso de los bovinos orientados a la producción de carne, el consumo inmediato de 5% de su peso al nacimiento en calostro y de las 6 a 8h posteriores asegura la inmunidad pasiva al recién nacido (McGee *et al.*, 2006).

De acuerdo con Davidson y Stabenfeldt (2020), la formación de calostro se efectúa por medio de la lactogénesis, un proceso secretor en el que se forman inmunoglobulinas a partir de fuentes locales, mediante transcitosis de las células epiteliales mamarias (Hurley y Theil, 2011). Este proceso, que implica la diferenciación celular de la glándula mamaria, inicia antes del parto y se conoce como lactogénesis (Baumrucker y Bruckmaier, 2014; Ashmawy, 2015). En esta etapa, que corresponde al último trimestre de la gestación, la nutrición de la madre influye en el desarrollo mamario y en la calostro-génesis o la producción adecuada de calostro para los neonatos (Banchero *et al.*, 2015). En el transcurso de la lactogénesis I, la hormona del crecimiento y los estrógenos confluyen en la formación de los túbulos, mientras que la progesterona y la prolactina son copartícipes en la proliferación de los alveolos, ocasionando el cambio morfológico de la glándula mamaria, que supone la transformación de una estructura compuesta prin-

principalmente por tejido conjuntivo a una con células alveolares que producen y secretan leche (Davidson y Stabenfeldt, 2020).

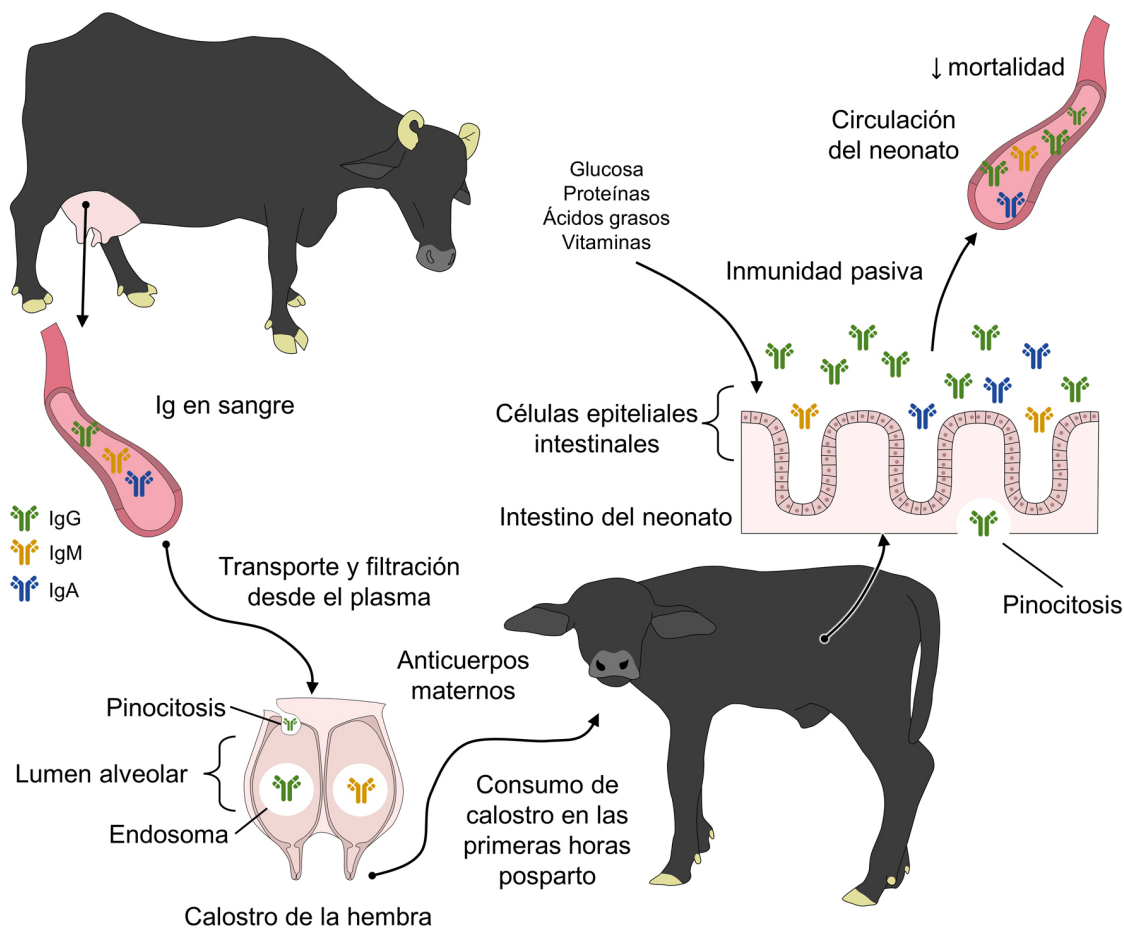
La expresión de estas células alveolares favorece la transferencia de IgG a la cría. Este acción ocurre gracias a que las Ig séricas pueden dirigirse hacia el lumen alveolar mamario a causa del receptor neonatal Fc (FcRn) en las células epiteliales alveolares, provocando el transporte de IgG hacia el extremo apical de la célula (Guzmán y Olivera-Angel, 2020). Sin embargo, la expresión de estos receptores es exigua, desaparece al comienzo de la lactancia y coincide con las máximas transferencias de Ig de 1 a 3 días previas al parto (Guzmán y Olivera-Angel, 2020). Aunado a ello, se registran distintas concentraciones de IgG conforme el tiempo transcurre. Así, se ha descubierto que las concentraciones de IgG1 disminuyen entre las tres y cuatro semanas antes del parto y cesan en el periodo postparto, al contrario de las concentraciones de IgG2 que aumentan durante el preparto (McGee *et al.*, 2006; McGee y Earley, 2019).

Al finalizar la primera fase de este proceso inicia la lactogénesis II, en la que persiste la lactancia y la producción de leche para finalizar con la involución, cuyo proceso es caracterizado por la regresión de los alveolos y los conductillos alveolares, mismos que se remiten y son reemplazados en el periodo seco (Baumrucker y Bruckmaier, 2014; Davidson y Stabenfeldt, 2020).

Inmunidad pasiva y calostro de la búfala de agua

De manera general, las inmunoglobulinas presentes en el calostro de rumiantes, por orden de abundancia, son las IgG, IgM e IgA (Abd El-Fattah *et al.*, 2012). Las IgG son fundamentales para generar la respuesta inmune contra bacterias y virus; las IgM participan de manera inicial contra una eventual infección; y las IgA son alojadas en las superficies del cuerpo como protección ante sustancias extrañas provenientes del exterior (Dang *et al.*, 2009). Debido a que los becerros y cualquier rumiante neonato nacen sin inmunoglobulinas sanguíneas, quedan sujetos al consumo de calostro para su transferencia (Abd El-Fattah *et al.*, 2012) (Figura 1). Aunque en búfalos de agua no existen estándares para evaluar la calidad de calostro, como sucede en los bovinos del género *Bos taurus* o *indicus*, éste se considera como calostro de buena calidad cuando la concentración de IgG es de 50mg/mL (De Souza *et al.*, 2020).

Figura 1. Transferencia de inmunoglobulinas y otros componentes fisicoquímicos del calostro en la búfala de agua (*Bubalus bubalis*)



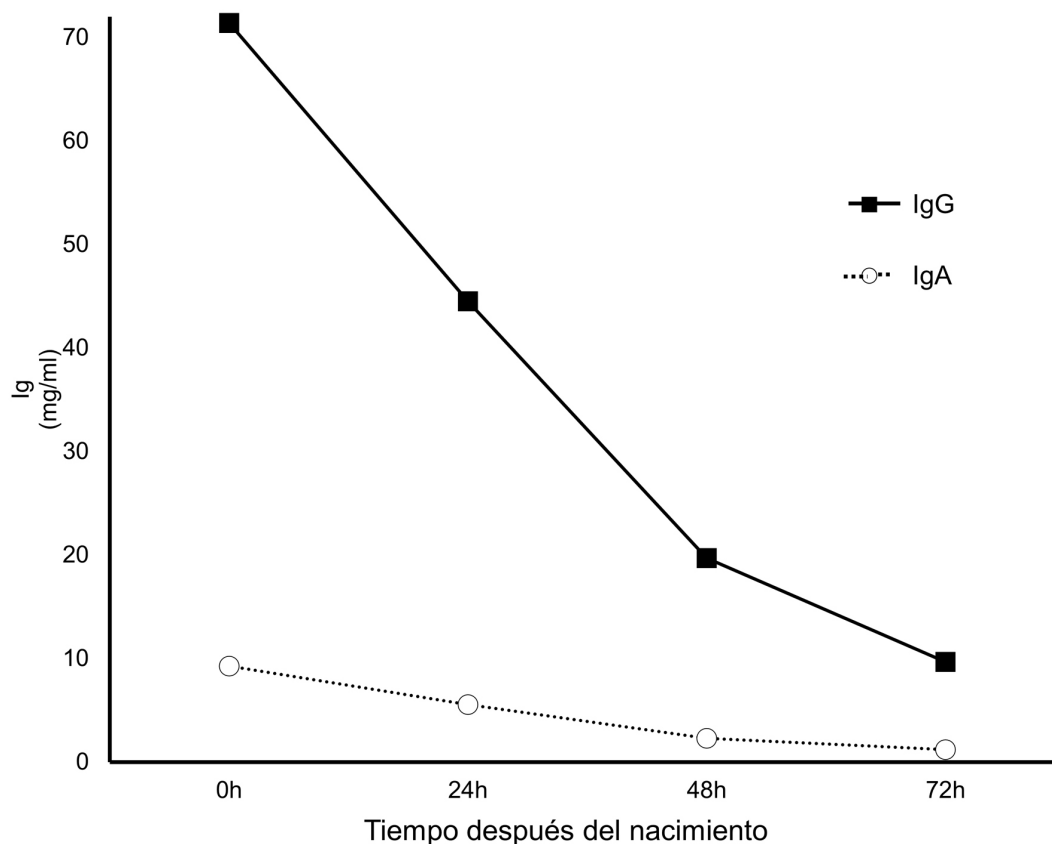
El consumo de calostro durante las primeras horas posparto permite que el neonato adquiera anticuerpos maternos, particularmente IgG, IgM e IgA, los cuales contribuyen a la inmunidad pasiva del becerro.

Además de dichos componentes, la glucosa, proteínas, ácidos grasos y vitaminas con elementos que son absorbidos por las células epiteliales intestinales del recién nacido, le aportan energía y nutrientes para favorecer la vitalidad del neonato y reducir la mortalidad.

Inmediatamente después del parto, los niveles de IgG se establecen entre 85 y 95% de las Ig presentes en el calostro (Baumrucker y Bruckmaier, 2014; Lopez y Heinrichs, 2022), y 8% y 5% de IgM e IgA, de forma respectiva (Dang *et al.*, 2009). De Souza *et al.* (2020) han reportado que las IgG muestran mayores concentraciones que otras Ig como la IgM. El predominio de las IgG se atribuye a la presencia de receptores en las células epiteliales en estructuras como la glándula mamaria y en el intestino de las crías e intervienen en el transporte de las IgG mediante endocitosis en la circulación sanguínea (De Souza *et al.*, 2020). Esto fue registrado por Abd El Fattah *et al.* (2012) en seis búfalas egipcias, en las cuales las concentraciones de Ig durante el parto fueron de 33.20 y 3.00 mg/mL, respectivamente. Debido a que la calidad nutricional del calostro puede ser influenciada por la raza, en búfalas de la raza Murrah la concentración promedio de IgG se ha registrado en 51.71 ± 5.99 mg/mL (Chaudhary *et al.*, 2018), mientras que en búfalas Mediterráneas fue de 64.9 ± 29.3 mg/mL (Giammarco *et al.*, 2021), e inclusive se han reportado concentraciones de hasta 71.4 ± 2.81 mg/mL de IgG (De Souza *et al.*, 2020).

En la Figura 2 se contrastan los niveles de IgG e IgA en el búfalo de agua de la raza Murrah durante las primeras horas del parto, observándose una diferencia de 62.12 mg/mL, a favor de la IgG al nacimiento. Así mismo, los resultados confirman que independientemente del tipo de Ig, éstas descienden conforme transcurren las horas posteriores al nacimiento (De Souza *et al.*, 2020).

Figura 2. Concentración de IgG e IgA en calostro de búfala de agua durante las primeras 72h del nacimiento



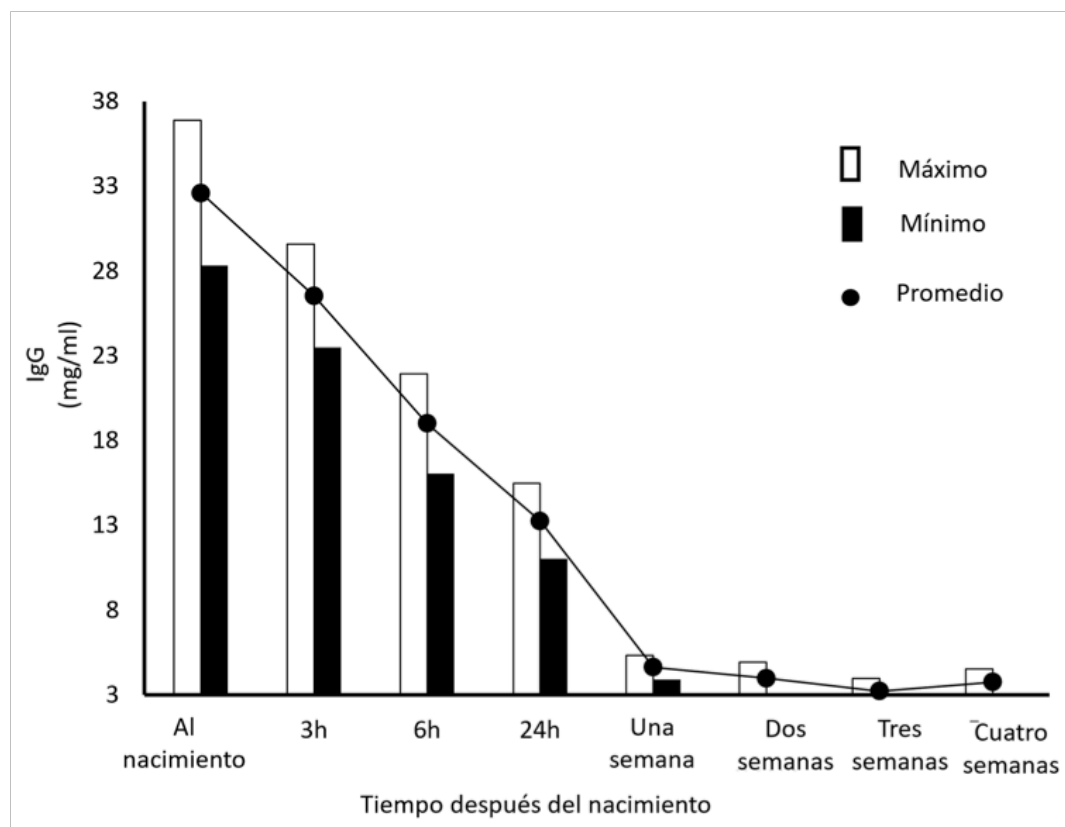
La concentración IgG en calostro muestran ser más altas (71.4 mg/m en comparación a las IgA (9.28 mg/ml), para disminuir de forma paulatina a las 24h (44.5 vs 5.56 mg/ml), 48h (19.7 vs 2.29 mg/ml) y 72h (9.68 vs 1.2 mg/ml), evidenciando de esta forma el descenso continuo de Ig conforme transcurren las horas posteriores al parto. Al igual que en otras especies, las concentraciones de IgG tienden a disminuir conforme el calostro se transforma en leche transicional y en leche madura (Alves *et al.*, 2015), participando en la inmunidad pasiva al formar complejos inmunes que activan el mecanismo efector, resultando en la remoción y destrucción de microorganismos como *Klebsiella pneumoniae* (Mamatha-Bhanu *et al.*, 2016).

Resultados similares fueron hallados por Dang *et al.* (2009), quienes analizaron la concentración de Ig en calostro de búfalas Murrah durante los primeros cinco días posteriores al parto. Los autores determinaron que el nivel medio de IgG en calostro fue de 54.0 mg/mL al parto, disminuyendo significativamente del segundo al quinto día posparto. En cuanto a los niveles de IgA, al día uno correspondió a niveles de 3.22 mg/mL, con una disminución significativa al día tres y cuatro, mientras que IgM marcó un nivel promedio de 5.22 mg/mL al día uno y posteriormente mostró un decrecimiento notable después del tercer día.

De Souza *et al.* (2020) demostraron que la importancia de la ingestión del calostro y sus concentraciones de Ig no sólo dependen de la cantidad producida por la madre, sino también en la cantidad que el becerro puede consumir al nacer y su capacidad para asimilar dichos elementos, esto mediante un estudio con 72 crías de la raza Murrah a las que se les permitió el amamantamiento *ad libitum*, bajo un sistema semi-extensivo en São Paulo, Brasil, en donde se determinó que las concentraciones de IgG en suero antes del primer amamantamiento se ubicaban cerca de los 4.23 ± 0.33 mg/mL, una expresión sérica baja que, de no ser corregida, puede implicar mayor susceptibilidad de los neonatos a contraer patologías dentro de las primeras horas de vida. En contraste, 24h posteriores al parto, las crías mostraron un incremento exponencial a 34.5 ± 1.8 mg/mL, efecto que podría ser originado por el periodo corto de tiempo disponible entre el parto y la primera alimentación (De Souza *et al.*, 2020). De manera destacada, cuando se monitorean a los bucerros durante las próximas 48 a 72h posteriores al parto se han reportado descensos graduales de 33.6 ± 1.30 mg/ml y 30.9 ± 1.32 mg/ml, respectivamente, como consecuencia de la degradación de las Ig adquiridas por la ingestión de calostro (De Souza *et al.*, 2019).

Estos resultados reiteran la relevancia de la ingestión de calostro para los becerros recién nacidos, en quienes se ha detectado una disminución conforme transcurren las horas postparto, tal y como lo documenta Ashmawy (2015) en búfalos egipcios, cuyos resultados se sintetizan en la Figura 3. En ésta se aprecia que la concentración de IgG al final de la gestación se eleva conforme se acerca el parto, de forma tal que al nacimiento el calostro posee la concentración más elevada de IgG (32.60 mg/mL en promedio) y, posteriormente, disminuye a 6.065 mg/mL a las 3h y se establece en 7.535 mg/mL a las 6h. A las 24h la concentración de calostro se estimó en 13.25 mg/mL y decreció a 4.6 mg/mL después de una semana de nacido (Ashmawy, 2015).

Figura 3. Concentración de IgG en calostro de búfala de agua (*Bubalus bubalis*) y su transición a leche normal



Se muestran mínimos, máximos y promedios en la concentración de calostro desde el nacimiento hasta las cuatro semanas posteriores al parto.

De manera adicional, el neonato también experimenta cambios morfológicos en la permeabilidad de la mucosa intestinal, la cual tiende a limitarse entre las 24 a 36h de vida, lo cual puede limitar la absorción de componentes inmunes (Davidson y Stabenfeldt, 2020). Se ha determinado que los tiempos de absorción para las diferentes Ig difieren entre ellas. Para el caso particular de IgG, suele detenerse cerca de las 27h, mientras que para la IgA es a las 16h, después del parto (Ashmawy, 2015).

Además de los factores inherentes a los búfalos neonatos, la composición y calidad del calostro pueden ser afectados por aspectos maternos como la edad de la hembra, número de parto, raza, estado nutricional, estación del año, parto prematuro, lactación prematura y estado de salud, entre otros (Abd El-Fattah *et al.*, 2012; De Souza *et al.*, 2020). De Souza *et al.* (2019) han determinado que los becerros de búfalas primíparas presentaron mayores niveles de IgG séricas a las 24h postparto ($4,093 \pm 1,558$ mg/dL), en comparación con crías de búfalas con dos a cuatro partos ($3,532 \pm 858$ mg/dL) o aquellas con más de cuatro partos ($3,125 \pm 1,484$ mg/dL). Del mismo modo, se ha documentado que una escasa adquisición de inmunidad pasiva en los recién nacidos tiende a reflejarse en afecciones a lo largo de su desarrollo, impactando negativamente en sus parámetros de crecimiento (Furman-Fratczak *et al.*, 2011).

Por otra parte, elementos asociados al manejo del calostro, entre los que se incluyen las prácticas de conservación en cuanto a temperatura e higiene, también pueden incidir en sus constituyentes (Abd El-Fattah *et al.*, 2012). Al respecto, Abd El-Fattah *et al.* (2014) reportaron que la pasteurización a 60°C , la congelación del calostro pasteurizado y la congelación en seco a 60°C no generó alteraciones en los niveles de IgG e IgM. Sin embargo, la pasteurización a 63°C y 72°C disminuyó sensiblemente las concentraciones de dichas Ig (25.0 ± 2.0 mg/mL y 21.6 ± 1.6 mg/mL para la IgG y 1.7 ± 0.1 para la IgM, respectivamente), y la congelación en seco de calostro a $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por tres meses redujo las concentraciones de IgG e IgM (de 29.8 ± 2.0 a 25.5 ± 2.0 mg/mL y de 29.1 ± 2.2 a 25.1 ± 1.2 mg/mL, respectivamente). Esta reducción en los elementos inmunológicos y nutricionales del calostro también se ha detectado en los componentes proteicos y en los macro y micronutrientes del calostro conforme trascurrieron los días posteriores al parto (Abd El-Fattah *et al.*, 2012; Coroian *et al.*, 2013; Ashmawy, 2015; Wang *et al.*, 2019; Abdel-Hamid *et al.*, 2022)

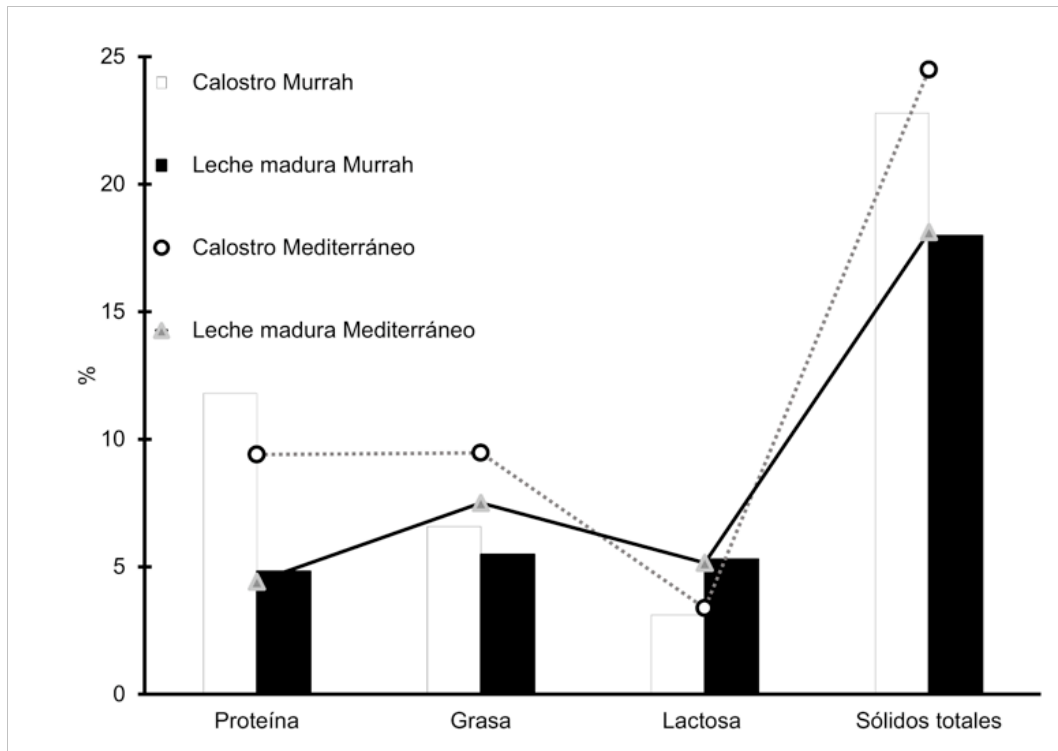
Calidad nutricional del calostro y su transición a leche madura

Como se ha expuesto, el calostro se conoce por sus altos contenidos en elementos de crecimiento como proteínas, grasa, vitaminas, minerales, citocinas, nucleótidos, péptidos, cenizas, hormonas, nitrógeno no proteico y por una menor cantidad de lactosa en comparación a la leche madura (McGrath *et al.*, 2016). Dichas características se suelen modificar durante los primeros cinco a 14 días posteriores al parto, mostrando que sus elementos constitutivos, como grasa, proteínas y sólidos totales se reducen rápidamente.

te hasta el cuarto día para seguir decayendo levemente, a excepción de la lactosa, la cual mostró incrementos progresivos hasta el cuarto día en búfalas Rumanas (Coroian *et al.*, 2013).

Abdel-Hamid *et al.* (2022) han investigado los contrastes entre calostro y leche madura en búfalas de agua Murrah y Mediterráneo, analizando su composición química en cuanto a proteína, grasa, lactosa y sólidos totales. Los autores detectaron que, a pesar de no existir diferencias significativas entre razas, las concentraciones proteicas de la Murrah tienden a ser más altas en el calostro (6.98%) que en la leche madura. En cuanto a la influencia de la raza en los niveles de grasa, los resultados de Wang *et al.* (2019) evidenciaron que el cruzamiento de las razas Murrah x Nili Ravi genera mayores cantidades promedio de grasas, contenido de cenizas y proteínas durante las primeras dos horas posparto (0.973 ± 0.093 , 0.117 ± 0.05 y 1.823 ± 0.554 g/kg, respectivamente). Asimismo, tanto la raza Murrah como la Mediterránea han exhibido mayor concentración de grasa en calostro (6.58 y 9.47%, respectivamente), en contraste con la leche madura (5.49 y 7.50%, respectivamente). Dicho aumento también se expresó en sólidos totales para ambas razas (22.79 y 24.49%, en el mismo orden) en comparación a la leche madura (17.98 y 18.12%). Finalmente, el porcentaje de lactosa se ha mantenido reducido en el calostro en contraste a la leche madura (Abdel-Hamid *et al.*, 2022). Estos resultados se desglosan en la Figura 4.

Figura 4. Diferencias en la composición química de calostro y leche de búfala razas Murrah y Mediterráneo



Se muestra la comparación en el porcentaje de proteína, grasa, lactosa y sólidos totales en calostro y leche madura en raza Murrah y Mediterráneo.

De manera similar, después de las 72h posparto, otros autores han reportado disminuciones en la concentración total de proteínas ($11.93 \pm 0.55\%$), proteínas en suero ($11.00 \pm 0.60\%$), grasa ($9.70 \pm 0.50\%$), cenizas ($25.20 \pm 0.60\%$), y aumentos en el caso de la lactosa de hasta $4.40 \pm 0.60\%$ después de las 72 h (Yonis *et al.*, 2014). Asimismo, en búfalas egipcias se demostró que el cambio más persistente ocurre en relación a la concentración de proteínas en leche, con diferencias significativas al nacimiento ($12.50 \pm 0.22\%$), a las 24h ($10.60 \pm 0.14\%$), una semana después ($3.94 \pm 0.02\%$) y 4 semanas posteriores al nacimiento ($3.19 \pm 0.22\%$) (Ashmawy, 2015).

Los valores de vitamina A y E también han sido analizados en el calostro de búfalas de agua, tal y como ha reportado Abd El-Fattah (2012), encontrando que, en el caso de la primera, las concentraciones al nacimiento son de 166.67 ± 0.88 IU/100 mL, mientras que, a las 6h, 12h y 72h subsecuentes los valores se reducen drásticamente en promedio a 41.67, 20.84 y 10.42 IU/100 mL, respectivamente. En contraste, las concentraciones de vitamina E se reconocen por estar alrededor de los 342.00 ± 3.3 IU/100 mL al parto (Abd El-Fattah *et al.*, 2012), valor que se ubica por encima de los registrados en bovinos (Yonis *et al.*, 2014). Aunado a lo anterior, Abdel-Hamil *et al.* (2022) reportó que la vitamina A en el calostro de búfala es 1.5 veces menor que en bovinos, lo mismo que para concentraciones de Mg, K, Na y Zn y lactoferrina.

Ácidos grasos y colesterol del calostro

Los recién nacidos dependen parcialmente de los componentes lipídicos presentes en calostro para la adquisición de la energía necesaria para la producción de calor, inducido por la dieta y a través de la termogénesis sin titiriteo por el tejido adiposo (Klopp *et al.*, 2022). Ante estos efectos, se ha demostrado que el calostro es rico en moléculas lipídicas esenciales para los recién nacidos, gracias a sus elevadas concentraciones de ácidos grasos poliinsaturados n-3 PUFA, ácido palmítico (C16:0), fosfolípidos, colesterol y bajo contenido de grasas *trans*, en contraste a la leche madura (Wilms *et al.*, 2022). Sin embargo, factores como la estación del año pueden influir sobre la calidad del calostro (Coroian *et al.*, 2013).

En relación a esto último, Coroian *et al.* (2013), evaluaron muestras de calostro durante los primeros siete días postparto de búfalas Rumanas durante dos temporadas: verano (con una alimentación basada en forraje) e invierno (con alimentación con base en heno y concentrado). Los resultados indicaron que en la temporada de verano las concentraciones de ácidos grasos y colesterol son más altos, en discordancia a lo encontrado en invierno (ácido palmítico: 1557.74 ± 0.7 y 1423.09 ± 1.6 $\mu\text{g}/100\text{g}$ en el primer día de nacimiento). Dichos efectos fueron atribuidos a los esquemas de alimentación más que a las estaciones en sí mismas, de tal forma que los bucerros nacidos en verano podrían mostrar un desarrollo más acelerado que los nacidos en invierno. Estos hallazgos deben considerarse para suministrar una correcta nutrición a la madre y, de esa forma, favorecer indirectamente la salud de los neonatos.

Aplicaciones y perspectivas en el estudio del calostro de la búfala de agua

La búfala de agua y los factores que pueden generar impacto en el proceso de secreción de calostro presentan amplias áreas de oportunidad para la investigación, esto debido a la escasa información producida con respecto a lo que podría catalogarse como calostro de calidad (De Souza *et al.*, 2020). Aunque se cuenta con información de ciertas características que pueden generar cambios nutricionales e inmunológicos, éstos no han sido analizados a profundidad en la literatura científica disponible.

Las investigaciones en torno a la composición fisicoquímica, nutrimental y digestibilidad se enfocan a la leche de búfala (Dastur, 1956; Ganguli, 1974; Bajaj *et al.*, 2005; Ménard *et al.*, 2010; Behera *et al.*, 2012), pero en contados casos se enfocan a caracterizar el calostro de esta especie y, en específico, se han identificado estudios sobre el calostro a las 72 horas posteriores al parto (Yonis *et al.*, 2014). Por otro lado, los mecanismos de secuestro de calostro y las características presentes en este producto, así como los cambios fisiológicos para la transición a leche, resaltan como temas de interés en la producción bufalina debido a su impacto en los porcentajes de mortalidad y morbilidad (superiores al 10%) del recién nacido que, en buena medida, son causados por una inadecuada transferencia de inmunidad pasiva y un deficiente aporte nutricional durante las primeras etapas de vida (Qureshi *et al.*, 2020). Resulta relevante destacar que las propiedades y composición del calostro de búfala han sido motivo de estudio como un suplemento en las dietas de otras especies, significando un campo de investigación trascendente a futuro. En esa línea, Mahamod *et al.* (2009), implementaron un estudio en donde se suplementaron dietas en ratas a base de calostro de búfalas, encontrando que tanto las funciones hepáticas, la inmunidad y la ganancia de peso, mostraron resultados favorables en el grupo al cual se les suplementó con este último producto, lo cual genera opciones de investigaciones ulteriores.

Otro hallazgo trascendental, considerando que la calidad y cantidad de calostro están altamente influenciados por factores maternos y del mismo neonato, se ha enfocado a la suplementación de las búfalas con ingredientes como el ensilado de pez diablo (*Pterygoplichthys sp.*), porque también puede ser prometedor, aunque todavía no se han detectado cambios significativos en la composición láctea (García-Hernández *et al.*, 2020). Esta línea de evaluación sobre el tipo de suplementos o dietas que pudieran contribuir a elevar la efectividad de la leche y del calostro de las búfalas también representa un área de oportunidad por explorar.

Finalmente, posterior al análisis de las características calostrales, también es importante considerar el desarrollo de metodologías que planteen como objetivo ofrecer

calostro durante las primeras horas de vida de los recién nacidos, en las mejores condiciones fisicoquímicas e inmunológicas. Con este fin, algunos productores, al disponer de reservas de calostro de alta calidad, han procedido a su almacenamiento para utilizarlo cuando la hembra no sea capaz de proveer cantidades suficientes para el bucerro (Abd El-Fattah *et al.*, 2012). Por tanto, el estudio de la composición del calostro en diferentes hembras y en búfalas de diferentes razas podría contribuir a afinar una estrategia de generar las reservas de calostro de buena calidad en las unidades de producción bufalina que presenten esta limitante.

CONCLUSIONES

La limitada capacidad inmunológica que pueden presentar los bucerros al nacimiento se ha revelado como un factor restrictivo para su supervivencia inicial y su desarrollo productivo dentro de las unidades de búfalos de agua. En efecto, el consumo suficiente y con la calidad adecuada del calostro se ha reconocido como un mecanismo que optimiza la transmisión de inmunidad pasiva, además de que también proporciona una fuente de energía para la termogénesis y elementos nutricionales como proteínas, grasas, vitaminas, entre otros, adicional a que contiene altos niveles de Ig (particularmente IgG e IgM), que resultan decisivos en la disminución de los índices de mortalidad y morbilidad de los recién nacidos.

No obstante, tanto la cantidad y calidad del calostro no sólo depende de la capacidad del neonato para asimilarlo, sino que también inciden factores inherentes a las madres, como el número de parto, estado nutricional, raza y estatus de salud, entre los más sobresalientes, lo que invita al adecuado mantenimiento de las hembras en edad reproductiva e, incluso, durante toda su vida productiva. Al mismo tiempo, los métodos de almacenamiento, manejo y conservación del calostro también deben ser eficientes para que este compuesto mantenga la máxima efectividad posible.

Debido a la relevancia de las propiedades del calostro, es importante la comprensión del proceso de calostrogénesis, así como la transición a leche madura y cómo es que los componentes fisicoquímicos del calostro declinan con el paso de los días, en especial, durante la primera semana de nacimiento. Por ello, resulta clave ampliar las investigaciones y la aplicación de metodologías que permitan conocer los porcentajes y distribución de diversos componentes, y los posibles usos que el calostro podría tener en otras especies, a partir de sus propiedades inmunológicas, nutricionales y fisicoquímicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd El-Fattah, A. *et al.* (2012). Changes in composition of colostrum of Egyptian buffaloes and Holstein cows, *BMC Veterinary Research*, 8(1):19.
- Abd El-Fattah, A. M. *et al.* (2014). Preservation methods of buffalo and bovine colostrum as a source of bioactive components, *International Dairy Journal*, 39(1):24-27.
- Abdel-Hamid, M. *et al.* (2022). Changes in Whey Proteome between Mediterranean and Murrah Buffalo Colostrum and Mature Milk Reflect Their Pharmaceutical and Medicinal Value, *Molecules*, 27(5):1575.
- Alves, A. *et al.* (2015). Colostrum composition of Santa Ines sheep and passive transfer of immunity to lambs, *Journal of Dairy Science*, 98(6): 3706-3716.
- Ashmawy, N. (2015). Chemical composition, hormonal levels and immunoglobulin G concentration in colostrums, milk and blood plasma of Egyptian buffaloes following calving, *International Journal of Advanced Research*, 3(7): 471-478.
- Bajaj, R. K. *et al.* (2005). Isolation of cationic peptides from buffalo α s1- and α s2-casein and their antibacterial activity, *Indian Journal Dairy Science*, 58(6): 387-391.
- Banchero, G. E. *et al.* (2015). Colostrum production in ewes: a review of regulation mechanisms and of energy supply, *Animal*, 9(5): 831-837.
- Barry, J. *et al.* (2019). Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves, *Journal of Dairy Science*, 102(11): 10266-10276.
- Baumrucker, C. y Bruckmaier, R. M. (2014). Colostrogenesis: IgG1 transcytosis mechanisms, *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 19(1): 103-117.
- Behera, P. *et al.* (2012). Fractionation and characterisation of α , β and K-casein trypsin hydrolysates from Buffalo (*Bubalus bubalis*) milk, *Milchwissenschaft*, 67(4): 428-432.
- Campion, F. P. *et al.* (2019). An investigation into the factors associated with ewe colostrum production, *Small Ruminant Research*, 178: 55-62.
- Chaudhary, R. *et al.* (2018). Nucleotide variability in beta 2 microglobulin (β 2M) gene and its association with colostrum IgG levels in buffaloes (*Bubalus bubalis*), *Indian Journal of Animal Research*, 52(1): 51-55.
- Coroian, A. *et al.* (2013). Seasonal changes of buffalo colostrum: physicochemical parameters, fatty acids and cholesterol variation, *Chemistry Central Journal*, 7(1):40.
- Dang, A. K. *et al.* (2009). Changes in colostrum of Murrah buffaloes after calving, *Tropical Animal Health and Production*, 41(7): 1213-1217.
- Dastur, N. (1956). Buffalo's milk and milk products, *Dairy Sciences Abstract*, 18: 967-1008.

- Davidson, A. P. y Stabenfeldt, G. (2020). "La glándula mamaria y la lactación". En: Klein, B. G. (comp.). *Cunningham Fisiología veterinaria*. 6.^a ed. Barcelona, España: Elsevier.
- Delouis, C. (1978). Physiology of colostrum production, *Annales de Recherches Vétérinaires*, 9(2): 193-203.
- Furman-Fratczak, K. *et al.* (2011). The influence of colostrum immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth, *Journal of Dairy Science*, 94(11): 5536-5543.
- Ganguli, N. C. (1974). "Nutritional and biological importance of milk proteins". En: Cockerill, R. (comp.). *Husbandry and health of domestic buffaloes*. Roma.
- García-Hernández, A. *et al.* (2020). Producción, características físicoquímicas y perfil sensorial de leche de búfalas suplementadas con ensilado de pez diablo (*Pterygoplichthys spp*), *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(57): 1-19.
- Georgiev, P. (2005). Alterations in chemical composition of colostrum in relationship to post-partum time, *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 8(1): 35-39.
- Giammarco, M. *et al.* (2021). Evaluation of Brix Refractometry to Estimate Immunoglobulin G Content in Buffalo Colostrum and Neonatal Calf Serum, *Animals*, 11(9): 2616.
- Guzmán, V. y Olivera-Angel, M. (2020). "Calostrogénesis, digestión y absorción del calostro". En: Olivera-Angel, M. y Huertas-Molina, O. (comp.). *La lactancia, vista desde múltiples enfoques. Primera parte: biología e inmunología* (17-29 pp.). Medellín, Colombia: Biogénesis fondeo editorial.
- Hammon, H. M. *et al.* (2020). Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves, *Animal*, 14(1): s133-s143.
- Hurley, W. L. y Theil, K. (2011). Perspectives on Immunoglobulins in Colostrum and Milk, *Nutrients*, 3(4): 442-474.
- Klopp, R. N. *et al.* (2022), "Relationship of cow and calf circulating lipidomes with colostrum lipid composition and metabolic status of the cow", *Journal of Dairy Science*, 105(2):1768-1787.
- Lopez, A. J. y Heinrichs, A. J. (2022). Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf, *Journal of Dairy Science*, 105(4): 2733-2749.
- Mahamod, E. M. *et al.* (2009). Does buffalo colostrum improve liver functions, immunity and controlling weight?, *Журнал ГрГМУ*, n/d(3): 24-28.
- Mamatha-Bhanu, L. S. *et al.* (2016). Inhibitory potential of Buffalo (*Bubalus bubalis*) colostrum immunoglobulin G on *Klebsiella pneumoniae*, *International Journal of Biological Macromolecules*, 88:138-145.

- Mastellone, V. *et al.* (2011). Effects of passive transfer status on growth performance in buffalo calves, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(7): 952-956.
- Masucci, F. *et al.* (2011). Performance and immune response of buffalo calves supplemented with probiotic, *Livestock Science*, 137(1-3): 24-30.
- McGee, M. *et al.* (2006). Effect of age and nutrient restriction pre partum on beef suckler cow serum immunoglobulin concentrations, colostrum yield, composition and immunoglobulin concentration and immune status of their progeny, *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 45(2): 157-171.
- McGee, M. y Earley, B. (2019). Review: passive immunity in beef-suckler calves, *Animal*, 13(4): 810-825.
- McGrath, B. A. *et al.* (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review, *Dairy Science & Technology*, 96(2): 133-158.
- Mellor, D. y Murray, L. (1986). Making the most of colostrum at lambing, *Veterinary Record*, 118(13): 351-353.
- Ménard, O. *et al.* (2010). Buffalo vs. cow milk fat globules: Size distribution, zeta-potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane, *Food Chemistry*, 120(2): 544-551.
- Qureshi, T. M. *et al.* (2020). Physico-chemical composition and antioxidant potential of buffalo colostrum, transition milk, and mature milk, *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10): 1-9.
- De Souza, D. C. *et al.* (2019). Serum biochemical profile of neonatal buffalo calves, *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(1): 187-196.
- De Souza, D. C. *et al.* (2020). "Passive immunity transfer in water buffaloes (*Bubalus bubalis*)", *Frontiers in Veterinary Science*, 7(247): 1-8.
- Stelwagen, K. *et al.* (2009). Immune components of bovine colostrum and milk, *Journal of Animal Science*, 87(13): 3-9.
- Svensson, C. *et al.* (2006). Mortality in Swedish Dairy Calves and Replacement Heifers, *Journal of Dairy Science*, 89(12): 4769-4777.
- Wang, J. *et al.* (2019). Changes in milk yield and composition of colostrum and regular milk from four buffalo breeds in China during lactation, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(13): 5799-5807.
- Wilms, J. N. *et al.* (2022). Fatty acid profile characterization in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous cows during the first week of lactation, *Journal of Dairy Science*, 105(5): 4692-4710.
- Yonis, A. *et al.* (2014). Comparative study on some chemical - physical indicators in colostrum of egyptian buffaloes and cows, *Journal of Food and Dairy Sciences*, 5(3): 169-178.